Aus der Frauenklinik der Universität Düsseldorf

(Direktor: Prof. Dr. med. L. Beck)

Über die Schätzung des Geburtsgewichts

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Christina Burzik
Ursula Soffke

1984

Aus der Frauenklinik der Universität Düsseldorf

(Direktor: Prof. Dr. med. L. Beck)

Über die Schätzung des Geburtsgewichts

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Christina Burzik
Ursula Soffke

1984

"Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf"

Der Dekan
der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf

gez.:Prof.Dr.med.Adolf Hopf

Referent
gez.:Prof.Dr.rer.nat.
Jürgen Morgenstern
Korreferent
gez.:Prof.Dr.med.
Johannes Bokelmann

Über die Schätzung des Geburtsgewichts

1. Einleitung

Der Arbeit liegt die Fragestellung zugrunde, ob oder inwieweit es möglich ist, zu den allgemein verwendeten Ultraschall (US)-gestützten Schätzfunktionen für das fetale Gewicht obere und untere Grenzen ihrer Abweichungen vom wahren Gewicht anzugeben.

Der unteren Grenze wird dabei die derzeit beste und der oberen die unsicherste Schätzung zugeordnet. Mit diesen Grenzen soll erreicht werden, daß individuellen Schätzverfahren ein Anhalt zur Güteprüfung in Form einer Qualitätskontrolle durch Vergleich mit diesen Referenzpunkten gegeben wird.

In der Arbeit wird bewußt keine Stellung zu den in früheren Jahren eingesetzten anderen Gewichtsschätzungen wie z.B. Palpation durch die mütterliche Bauchdecke oder der Vermessung des Uterusvolumens genommen, weil klar gezeigt wurde, daß Schätzungen auf der Grundlage dieser Verfahren in der heutigen Zeit nicht mehr haltbar sind und allerhöchstens in dem hier definierten Sinne als obere Schätzgrenze verwendet werden können. Bei der Festlegung der Schätzgrenzen wurde von der Schätzgenauigkeit des Gewichts von Neugeborenen durch Vermessung ausgegangen. An diesen Neugeborenen wurden die derzeit intrauterin mittels Ultraschall erlangten Parameter mit Bandmaß, Schieblehre und Zirkel erhoben. Die Gesamtheit der Parameter kann man in drei Gruppen unterteilen. Es sind dieses solche, die Durchmesser, solche, die Umfänge und solche, die Längen beschreiben. Da die Zielgröße ein Gewicht ist, ist zu erwarten, daß bestimmte Flächenparameter, die in enger Beziehung zum Gesamtvolumen stehen, die besten Schätzungen ergeben. Von den Neugeborenen wurde auch das exakte Gewicht ermittelt, daher sollten die Schätzverfahren, die auf den relativ exakten Vermessungen basieren, eine untere Schätzgrenze der Genauigkeit für die intrauterin über US-Meßparameter am Termin vorhergesagten Gewichte liefern können. Diese, aus Parametern von Neugeborenen abgeleiteten Schätzgrenzen, insbesondere die untere, dürfte im Mittel von den intrauterinen Schätzungen höchstens erreicht, nicht aber unterschritten werden können. Die obere Schätzgrenze soll dahingehend verstanden werden, daß diese im Mittel nicht erreicht wird und daß die Schätzdaten deutlich darunter angesiedelt sind.
Damit Schätzfunktionen klinisch angewendet werden können, müssen sie nicht nur hinreichend genau, sondern auch leicht zu handhaben sein. Daher sollten die ihnen zugrundeliegenden Parameter mit möglichst geringem zeitlichen Aufwand gut reproduzierbar gemessen werden können. Den in dieser Arbeit betrachteten Meßparametern

wurden entsprechend dem Grad ihrer Meßbarkeit Rangzahlen zugeordnet. Unter der Meßbarkeit soll in diesem Zusammenhang die Praktikabilität, der zeitliche Aufwand der Messung und die Güte der Reproduzierbarkeit verstanden werden. Diese Rangordnung ist sicher subjektiv und erhebt keinen Anspruch auf allgemeine Gültigkeit.

Neben den Schätzgrenzen wird unter Berücksichtigung der Rangordnung bezüglich klinischer Meßbarkeit und der Schätzgenauigkeit eine Schätzfunktion erarbeitet, die unseres Erachtens neben einem klinisch vertretbaren Aufwand bei der Erhebung der US-Parameter ein zufriedenstellendes Schätzergebnis liefert. Der Arbeit liegt der nicht zu verschweigende Nachteil zugrunde, daß sich die Meßdaten und berechneten Schätzdaten auf Parameter von Neugeborenen beziehen. Da sich der größte Teil der publizierten Formeln aber auf fetale Meßdaten am Termin beziehen, können die in den Arbeiten berechneten Schätzungen dennoch als Grenzrichtlinien für die intrauterine Gewichtsschätzung herangezogen werden.

Des weiteren konnten bei der Gegenüberstellung der einzelnen Formeln die verwendeten Schalllaufzeiten, d.h. die Eichungen in den seltensten Fällen ermittelt werden. Deshalb mußten die Bestrebungen der Normierung auf gleiche Schalllaufzeit ergebnislos abgebrochen werden.

2. Material und Methode

Die Versuchsplanung war so angelegt worden, daß zwei voneinander unabhängige Kollektive erhoben wurden. Die Unabhägigkeit bezog sich dabei auf die Forderung, daß die beiden Kollektive von zwei unabhängigen Personen mit nicht vorgegebenen Hilfsmitteln erhoben wurden. Es war lediglich die Zahl der Meßparameter und die Tatsache festgelegt worden, daß die Neugeborenen unmittelbar nach der Geburt vermessen werden sollten. Weder der Ablauf der Vermessung, noch die verwendeten Hilfsmittel noch die anzustrebende Genauigkeit waren vorgegeben worden. Durch diese Versuchsplanung sollte die Breite der Fehlermöglichkeit möglichst groß gehalten werden.

Es wurden fast sämtliche von intrauterinen US-Messungen her bekannten Meßgrößen bestimmt. Es waren dies die in der Tab.I aufgeführten 15 Parameter. In dieser Tabelle sind neben den verwendeten Abkürzungen wie z.B. BD für biparietalen Durchmesser die bereits erwähnten Rangzahlen für die klinische Meßbarkeit angegeben. Bei dieser Rangordnung bedeuten große Zahlen wie z.B. 15 für die Gesamtlänge, daß dieser Parameter im Vergleich zum BD mit einem Wert von 1 sehr schwer intrauterin zu vermessen ist.

Die der vorliegenden Arbeit zugrundeliegende Fragestellung kann also wie folgt formuliert werden: Welche Schätzformel für das fetale Gewicht am Termin mit den niedrigsten Rangzahlen liefert eine exakte und zuverlässige Vorhersage?

2.1 Fehlerquellen

Den bekannten möglichen Fehlern bei der intrauterinen Vermessung stehen gleiche, aber auch andere Fehler bei der Vermessung von Neugeborenen gegenüber. So muß z.B. davon ausgegangen werden, daß der intrapersonelle Fehler bei den vorliegenden Messungen unterschiedlich einzuschätzen und in etwa mit unerfahrenen US-Untersuchern zu vergleichen ist. Im wesentlichen geht hier die mangelnde Routine der Untersucher beim Umgang mit Neugeborenen ein. Um keine Neugeborenen zu verletzen, wurden die Messungen in der Anfangsphase eher vorsichtig durchgeführt. Für die Gesamtlänge ergab sich bei 10 nacheinander durchgeführten Messungen am selben Neugeborenen eine mittlere Abweichung von 0.7 cm. Bei den Messungen an Neugeborenen ist ebenfalls wie bei den intrauterinen Messungen die Meßebene von Bedeutung. Die Definition und das Wiederauffinden der Meßebene ist bei den Neugeborenen allerdings erheblich einfacher. Aus 10 Wiederholungsmessungen der 15 Parameter wurde ein mittlerer Fehler von 0.34 cm ermittelt. Dabei zeigte sich, daß Durchmesser genauer bestimmt wurden als Umfänge. Eine mögliche Erklärung wird in der großen Variationsmöglichkeit bei der Verwendung des Maßbandes gesehen. Wie in der vorliegenden Arbeit das Kollektiv K(D) mit einer Schieblehre und K(N) mit einem Beckenzirkel gemessen wurden, liegen in der Arbeit (10) ebenfalls Vermessungsdaten mit diesen Meßinstrumenten vor. Es konnten aber keine nachweisbaren Vorteile für das eine oder andere Instrument erarbeitet werden.
Die Untersuchungen zur Abgrenzung der intrapersonellen Fehler sind am Anfang der Untersuchungen erhoben worden und können somit als obere Grenze für Meßfehler angesehen werden. Zu den Fehlern, die durch das Meßobjekt gegeben sind, können keine Zahlen genannt werden. Entscheidenden Einfluß auf die Meßgenauigkeit hat der Muskeltonus und bei einigen Parametern die Atemlage. Gewichtsveränderungen der Neugeborenen in den ersten Lebenstagen mußten bei den vorliegenden Untersuchungen nicht berücksichtigt werden, da das Gewicht gleichzeitig mit den 15 Meßparametern erhoben wurde.

Es wurden insgesamt K(G)=151 Neugeborene bezüglich bestimmter Parameter (Tab.I) vermessen. Das Gesamtkollektiv K(G) teilt sich auf in K(N)=115 Neugeborene, die an den Städtischen Krankenanstalten Neuss und K(D)=36, die an der Universitäts-Frauenklinik Düsseldorf vermessen wurden.

Zum besseren Verständnis des Zahlenmaterials bezüglich der Zusammensetzung wurden anamnestischen Merkmalen drei Gewichtsklassen <3000g, 3001-3800g und >3801g gegenübergestellt und in Tab.II zum Teil wiedergegeben. Die Tabelle zeigt, daß den 121 Mitteleuropäern 26 Neugeborene anderer Nationalitäten gegenüberstanden, wobei in der Gewichtsklasse <3000g die Mitteleuropäer mit 14% gegenüber 4% deutlich den größeren Anteil haben.
Bei dem Merkmal Parität, das in I-para, II- und III-para sowie alle anderen Mehrgebärenden unterteilt wurde, zeigte sich in

der mittleren Gewichtsklasse ein Ansteigen mit der Parität. Aus der mütterlichen Größe und dem Gewicht läßt sich die bekannte Tatsache ablesen, daß übergewichtige Mütter schwerere Kinder haben (14% gegenüber 27%). Für jene Mütter, die während der Schwangerschaft geraucht bzw. nicht geraucht hatten, ergab sich ein prozentuales Verhältnis von 67% zu 74% in der mittleren und von 15% zu 10% in der unteren Gewichtsklasse. Von den 58 Frauen hatten 23 bis zum Ende der Schwangerschaft geraucht. Kinder dieser Mütter waren sogar zu 22% in der unteren Gewichtsklasse angesiedelt.

Um mögliche Unterschiede zwischen den beiden Kollektiven aufzuzeigen, wurden für jeden Meßparameter für die beiden Kollektive K(N) und K(D) die Mittelwerte, S.D., die Minimal- und die Maximalwerte berechnet und zusätzlich in der Tab.I aufgeführt. Die teilweise unterschiedlichen Fallzahlen sind klinisch bedingt, wenn das Neugeborene z.B. aus vitaler Indikation unmittelbar nach der Geburt auf die Intensivstation verlegt werden mußte.
An dieser Stelle sei erwähnt, daß für das Kollektiv K(N) in 99 Fällen und für das Kollektiv K(D) in 32 Fällen die Gesamtzahl der Meßparameter erhoben werden konnten. Anhand dieser Fallzahlen werden die Berechnungen und die Gewichtsschätzformeln abgeleitet. Wie aus der Tab. I hervorgeht, weisen die Mittelwerte bezüglich einiger Parameter hochsignifikante Unterschiede auf. Insbesondere gilt dieses für die Mittelwerte der Gesamtlänge TL, die sich mit 52.5 cm bzw. 50.9 cm um 1.6 cm unterscheiden. Diese Tatsache wird damit begründet, daß der Geburtsgeschwulst als Konstante von 3 cm in der einen Klinik bzw. individuell in dem anderen Kollektiv Rechnung getragen wurde. Ebenfalls signifikante Unterschiede ergaben sich zwischen einem Teil der Messungen, die die mit dem Beckenzirkel und jenen, die mit der Schieblehre erhoben worden sind.
Obwohl die angegebenen Mittelwerte, insbesondere jene, die signifikante Unterschiede zeigen, zum Teil nicht den empirischen Verteilungen entsprachen, wurde auf die Berechnung der Medianwerte verzichtet.
Die Tatsache, daß sich die Kollektive bezüglich einiger Merkmale signifikant unterscheiden, läßt vermuten, daß ein aus den Daten des Kollektivs K(N) abgeleitetes Ergebnis angewendet auf das Kollektiv K(D) sicher zu keinem so guten Ergebnis führt. Es ist aber vergleichbar mit dem Grundgedanken dieser Arbeit, publizierte Schätzformeln auf die dieser Arbeit zugrundeliegenden Daten anzuwenden und die Ergebnisse einander gegenüberzustellen. Für die von anderen Autoren publizierten Formeln stehen also N=131 und für die eigenen aus K(N) mit N=99 berechneten und auf K(D) angewendeten Formeln N=32 Fälle zur Verfügung.

Neben der rein vergleichenden Betrachtung der beiden Kollektive war die Gegenüberstellung der Meßparameter untereinander und zum Neugeborenengewicht von Interesse. Die Korrelationskoeffizienten wurden in die Tab.III, getrennt für die beiden Kollektive,

aufgenommen. Zum besseren Vergleich wurden oberhalb der Diagonalen sämtliche Korrelationskoeffizienten für das Kollektiv K(N) und unterhalb für das Kollektiv K(D) zusammengestellt. In beiden Kollektiven beträgt der Korrelationskoeffizient der Gesamtlänge zum Gewicht r=0.81, und auch der Schulter- und Bauchumfang haben in beiden Kollektiven trotz der oben erwähnten größeren Fehlerbreite bezüglich der Meßgenauigkeit eine hohe Korrelation zum Gewicht.
Während im Kollektiv K(N) die Parameter OFC, LLC und UAC ebenfalls zu den sechs am besten korrelierenden Parametern gehören, sind es in K(D) die Parameter THD, HC und ULC. Auch sind insgesamt die Korrelationskoeffizienten in K(D) höher als in K(N).
Ohne in der Lage zu sein, allzugroßen Wert auf den Definitionsbereich einzelner publizierter Schätzformeln legen zu können, wurden sämtliche verfügbaren auf die vorliegenden Daten angewendet. Es wurden sowohl Schätzformeln verwendet, die anhand intrauterin mittels US erhobener Daten erarbeitet wurden, als auch solche, die aus postpartalen Erhebungen stammten. Ursprünglich war versucht worden, die Definitionsbereiche, die Fallzahlen und die Schätzfehler bzw. -bereiche bei den Gewichtsvorhersagen anderer Autoren in tabellarischer Form darzustellen. Diese Bestrebungen mußten aber bald erfolglos abgebrochen werden, da fast jeder wissenschaftlichen Arbeit auf diesem Gebiet besondere und zum Teil umfangreiche Randbedingungen sowohl bzgl. der Meßmethoden und der Zusammensetzung der Kollektive als auch bzgl. der Gültigkeit der Ergebnisse zugrunde lagen, die eine einfache und übersichtliche Zusammenstellung nicht erlauben.

Aus dem Kollektiv K(N) wurden, soweit es uns sinnvoll erschien, entsprechende Formeln zum Vergleich abgeleitet. Der Fehler der einzelnen Gewichtsschätzungen wurde anhand des ´standard error of estimate´ (SEE), d.h. der Standartabweichung der gemessenen von den berechneten Werten, geprüft. Die Gesamtheit der publizierten Schätzformeln kann entsprechend des mathematischen Aufbaus in solche unterteilt werden, die nur einen Meßparameter enthalten und solche die zwei oder mehrere enthalten. Diese beiden Mengen können jeweils wieder aufgeteilt werden in solche Schätzformeln, in die die Parameter linear bzw. solche, in die die Parameter nicht linear in Ansatz gebracht wurden.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Linear einparametrige Gewichtsschätzung

In der Abb. 1 sind nach Anwendung der linearen Regression auf jeden Meßparameter diese längs der Abszisse, geordnet nach klinischen Meßbarkeit, gegen die zugehörigen SEE-Werte, die anhand des Kollektiv K(N) -markiert durch x- für das Kollektiv K(D) -ausgefüllte Punkte- berechnet wurden, aufgetragen worden. Aus der Tatsache, daß das Kollektiv K(N) zur Ableitung der

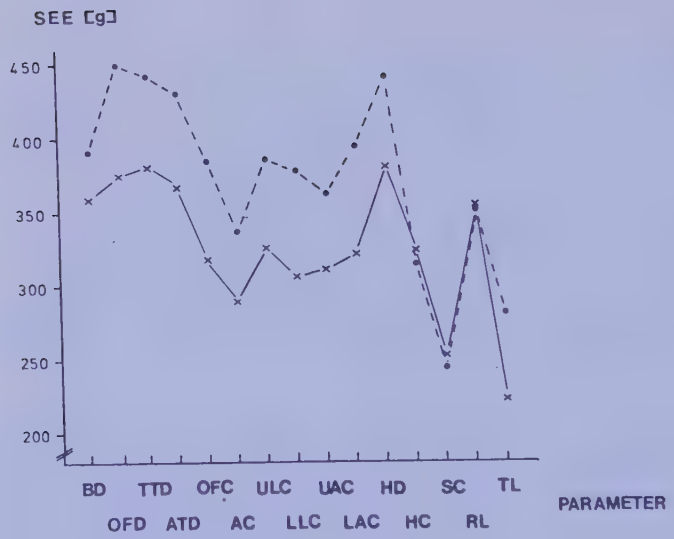

Abb. 1
Ergebnisse linear einparametriger Gewichtsschätzungen der 15 Meßparameter der vorliegenden Arbeit, längs der Abszisse geordnet nach klinischer Meßbarkeit aufgetragen gegen die zugehörigen SEE-Werte.

Hypothese verwendet wurde, ergibt sich, daß die SEE-Werte für das Kollektiv K(D) innerhalb der Meßgenauigkeit stets größer und höchstens gleich denen der von K(N) sind.
Weiterhin kann man der Abb.1 entnehmen, daß sich die Gesamtheit der Meßparameter aufgrund der SEE-Werte in drei Gruppen unterteilen lassen. Es sind dieses die Parameter der Durchmesser -SEE 400 bis 450g-, der Umfänge -SEE 300 bis 350g- und schließlich die TL mit SEE um 250g. Lediglich die Parameter SC mit dem extrem niedrigen und für beide Kollektive fast gleichen SEE-Wert von 250g und RL mit etwa 350g können in dieses Schema nicht eingeordnet werden. Neben der Gesamtlänge, die intrauterin praktisch nicht meßbar ist, erweist sich der SC als ein guter Einzelschätzer. Wenn es gelingt, für diesen Parameter intrauterin eine reproduzierbare Meßebene zu erarbeiten, so könnte diesem Parameter, obwohl ihm die Rangzahl von 13 zugeordnet wurde, ein hoher Stellenwert bei der intrauterinen Gewichtsschätzung zukommen.
In der Tab.IV sind die publizierten linear-einparametrigen Schätzformeln zusammen mit den Mittelwerten, S.D., Spannweiten, Korrelationskoeffizienten und den SEE-Werten zusammengestellt worden. Die berechneten Werte wurden durch Anwendung dieser Funktionen auf die vorliegenden Daten ermittelt. Für die Schätzformeln mit demselben Parameter z.B. OFD lagen drei Publikationen incl. der eigenen also vier Formeln vor. (Tab.IV, Zeile 31 - 34). Für die Fremdformeln ergaben sich anhand der vorliegenden Daten die angeführten Ergebnisse und der gemessene Korrelationskoeffizient von r= .16. Als letzte Zeile jeder Parametergruppe wurden unter (pp) die eigenen Schätzfunktionen angegeben. Weil diesen eigenen das Kollektiv K(N) zugrunde lag und der Korrelationskoeffizient dann durch Anwendung auf das Kollektiv K(D) mit N=32 ermittelt wurde, ist dieser nicht gleich dem der anderen.

Der Tab.IV kann man den Bereich der Steigungen a zwischen 21 und 106 und damit auch die der Achsenabschnitte b zwischen -6575 und 1453 für die verschiedenen BD-Angleiche entnehmen. Es ist leicht einsichtig, daß unter der Annahme vergleichbarer Mittelwerte ein steilerer Geradenangleich mit einem größeren Achsenabschnitt einhergeht.
Dieses wurde in der Abb. 2 rechts unten veranschaulicht. Hier wurden für den BD aus der Tab.IV die Parameter a und b der Schätzgeraden gegeneinander aufgetragen und die Regressionsgerade

$$(1) \quad b = -91.1 * a + 3013 \qquad r = -0.99$$

berechnet.
Zunächst erscheint es überraschend, wie gut die Werte auf einer Geraden liegen. Es kann aber gezeigt werden, daß die Korrelation zwischen den Regressionskoeffizienten a und den Achsenabschnitten b linear ist und der zugehörige Regressionskoeffizient proportional dem negativen Mittelwert ist, wenn die Mittelwerte der Kollektive gleich sind. Dabei muß man sich vor Augen halten,

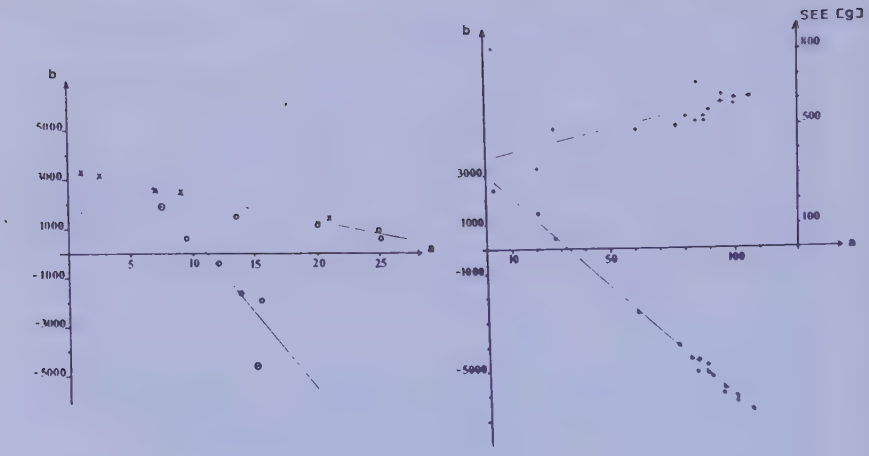

Abb. 2 links:
Ergebnisse der linearen einparametrigen Gewichtsschätzungen für die 15 Parameter der vorliegenden Arbeit. Für den Achsenabschnitt b ergab sich in Abhängigkeit von dem Regressionskoeffizienten a für die Parameter des Durchmessers x und einiger Umfänge

$$b = -100.4 * a + 3277 \qquad r = -0.94$$

und für die Parameter TL, OFC, SC, AC, HC, RL

$$b = -655.5 * a + 7107 \qquad r = -0.93$$

rechts unten:
Regressionskoeff. a gegen Achsenabschnitt b für sämtliche BD-Angleiche

$$b = -91.1 * a + 3013 \qquad r = -0.99$$

rechts oben:
Zugehörige SEE-Werte der BD-Angleiche (s. Tab. IV) ebenfalls gegen den Regressionskoeffizienten aufgetragen mit

$$SEE = 2.23 * a + 369 \qquad r = 0.78$$

daß unter der Annahme gleicher Mittelwerte, unterschiedliche Regressionsgeraden unterschiedliche Covarianzen, somit unterschiedliche 2- dimensionale Normalverteilungen und somit unterschiedliche Kollektive widerspiegeln, was unter Umständen das zugrundeliegende Datenmaterial als wohl repräsentativ ausweist.

Für die vorliegende Gerade läßt sich aus (1) ein gemeinsamer Mittelwert für den BD von 91 mm ablesen.

In der Abb. 3, oben, wurde für den dreifachen S.D. Definitionsbereich des BD´s am Termin von 90-101 mm die publizierten Schätzfunktionen aufgetragen. Aus jeder dieser Geraden - einschließlich der drei ins Auge fallenden - wurde an den Grenzen des Definitionsbereiches das zugehörige Gewicht berechnet und zu jeweils einem Wert gemittelt. Aus den verbleibenden beiden mittleren Schätzgewichten bei einem BD von 90 bzw. 100 mm wurde die die Gesamtheit der Schätzformeln umfassende Formel

(2) $G = 75.4 * BD - 3859$

berechnet.
Diese Formel wurde an der Regression eines weiteren Kollektivs von 276 Fällen, für die ein gesicherter BIP vorlag, die Schwangerschaftsdauer gesichert war und ein reifes Kind geboren wurde, überprüft. Für diese Daten errechnete sich eine Schätzformel von

(3) $G = 82.7 * BD - 4540$

Die SEE-Werte liegen sowohl für die Gleichung (3) als auch für die ´angepaßte´ (4) bei ca. 420g. In der Abb. 3 unten wurden für die 276 Fälle der 95% Vetrauensbereich zusammen mit den beiden Angleichen (2) und (3) graphisch und numerisch dargestellt. Damit ist gezeigt, daß die auf der Basis der größten Allgemeinheit abgeleiteten BD-Schätzformel (2) tatsächlich der angepaßten Schätzung (3) entspricht, aber wie alle anderen BD-Schätzformeln kein klinisch verwertbares Ergebnis liefert.
Vergleichbar der Abb. 2, unten rechts, für die verschiedenen BD-Angleiche, anderer Autoren und der eigenen, wurden für die dieser Arbeit zugrunde liegenden 15 Meßgrößen die Koeffizienten der linearen Regression aus der Tab. IV in Abb. 2 links aufgetragen. Man ist geneigt, in dieser Abb. zwei ebenfalls lineare Beziehungen zu sehen. Auf einer dieser Geraden mit

(4) $b = -468.0 * a + 5148$

liegen die das fetale Volumen und damit das Gewicht näher beschreibenden Parameter wie Fronto-occipitaler Umfang, Schulterumfang, Bauchumfang und Hüftumfang.

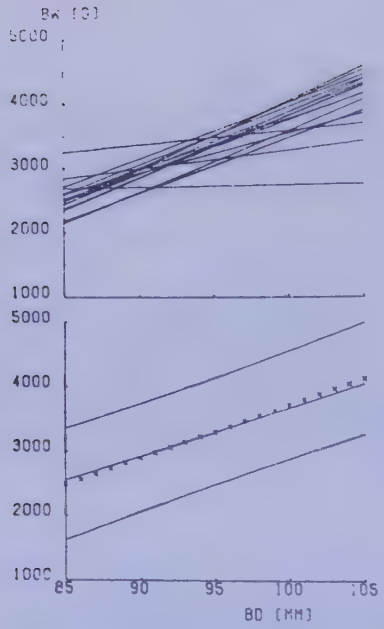

Abb. 3
Sämtliche vorliegenden linearen BD-Angleiche (oben) wurden mathematisch zu der Funktion

$$G(g) = 75.4 * BD - 3859$$

zusammengefaßt und einem Angleich an 267 Fällen am Termin -mit x symbolisiert- gegenübergestellt. Das zugehörige 95%-Vertrauensintervall wurde graphisch und numerisch dargestellt.

3.2 Nichtlineare ein- und mehrparametrige Gewichtsschätzungen

Die Scatterdiagramme und die Gegenüberstellungen der einzelnen Meßparameter zum Gewicht geben keinerlei Hinweise auf nichtlineare Zusammenhänge. Dennoch wurden die z.Zt. dieser Auswertungen vorliegenden 23 nichtlinearen Schätzformeln von 15 Autoren auf diese Daten angewendet. In der Tab.V wurden die von anderen Autoren publizierten Schätzformeln und in Tab.VI die Ergebnisse, die mittels dieser Funktionen aus den vorliegenden Daten des Gesamtkollektivs berechnet wurden, zusammengestellt. Neben den Mittelwerten und S.D. wurde die Spannweite, ausgedrückt durch die größten und kleinsten Werte, aufgenommen. Nach der Berechnung der Gesamtheit der Schätzgewichte wurden diese den wahren Gewichten gegenübergestellt. Die ebenfalls in der Tab. VI angeführten Korrelationskoeffizienten sowie die SEE-Werte zeigen, daß sämtliche nicht-linearen Ansätze zur fetalen Gewichtsschätzung am Termin ungeeignet sind.
Wie leicht man durch solche Ansätze, die sowohl biologisch als auch durch die empirischen Verteilungen nicht gerechtfertigt zu sein scheinen, zu Fehlern kommen kann, zeigen die Ergebnisse, die man erhält, wenn die Schätzformeln nur auf das Kontrollkollektiv K(D) angewendet werden. Für dieses Kollektiv wurde aus den 23 Schätzformeln für 12 Korrelationskoeffizienten Werte über 0.7 für 5 Formeln SEE-Werte unter 390g berechnet.

3.3 Linear mehrparametrige Gewichtsschätzungen

Von sieben Autoren lagen Schätzfunktionen dieser Art vor. Mit der Ausnahme einer Publikation wurden in allen Fällen die Schätzung des Gewichts über zwei Parameter vorgenommen. Dabei wurden den beiden Meßparametern entweder durch Mittelwertsbildung derselbe Stellenwert zugeordnet (17,11,15) und dann durch ein Angleichsverfahren der Koeffizient ermittelt oder aber beide Parameter wurden als linear unabhängig behandelt. Jede der vorliegenden Funktionen - die in der Tab. VII zusammengestellt wurden - wurde wiederum auf das dieser Arbeit zugrundeliegende Datenmaterial angewendet. Darüberhinaus wurde zum Vergleich wieder zu jeder publizierten Parameterkombination ein Angleich an die Daten des Kollektivs K(N) gemacht und die berechnete Funktion auf die Daten des Kollektivs K(D) angewendet. Diese Ergebnisse wurden mit (PP) bei gleichen und mit (pp) bei ungleichen Koeffizienten gekennzeichnet und sowohl in der Tab. VII als auch in der Tab.VIII an die entsprechenden Stellen gedruckt.
Für die Kombination des BD mit OFD berechnete sich nach (17) ein SEE von 616g, während sich für das Kollektiv K(D) bei gleichen Koeffizienten 420g und bei unabhängig angepaßten Koeffizienten 405g ergaben. Für die Parameter-Kombinationen TTD und ATD, BD und ATD kann ein ähnliches Ergebnis abgelesen werden, daß die SEE oberhalb 500g für die Funktion anderer Autoren liegt, während die eigenen, die eigentlich zu demselben Ergebnis führen sollten, SEE-Werte unterhalb von 400g lieferten. Die Parameter-Kombination BD und TTD; BD ,TTD, ATD sowie RL, BD, TTD und ATD

liefern keine besseren Resultate als jeder Parameter alleine. Eine gute Gewichtsschätzung mit SEE-Werten um 350g kann durch Kombination des BD´s sowohl mit dem AC als auch mit den OFC erzielt werden. Dieses Ergebnis ist in Übereinstimmung mit HOLLÄNDER (10).
Das beste Ergebnis mit SEE-Werten um 300g wird durch die Kombination OFC und AC erzielt. Dieses gilt sowohl für die publizierten Funktionen von SCHILLINGER et al. (17) als auch für die eigene. Dabei liegen die Regressionskoeffizienten für den OFC mit 10.12-11.53 und die des AC mit 9.92-11.87 eng beieinander, während die Achsenabschnitte im Bereich von 3295-4175 liegen. Aus diesen vier Schätzformeln wurden entsprechend dem o.a. Vorgehen beim BD eine allgemeine und umfassende Schätzformel

(5) $G = 10.79 * OFC + 10.86 * AC - 3732$

abgeleitet. Diese kann nicht zuletzt wegen der relativ großen Fehler der Regressionskoeffizienten von z.B. 10.52 ± 2.05 bzw. 9.92 ± 1.36 ohne Einschränkung der Allgemeinheit vereinfacht werden zu

(6) $G = 10.5 * (OFC+AC) - 3500$

mit einem SEE- Wert von ±280g.

3.4 Schrittweise multiple Regression (SMR)

Als bisheriges Ergebnis dieser Arbeit hat sich gezeigt, daß die Gewichtsschätzung über die gut im Ultraschall meßbaren Parameter wie BD, OFD, TTD und ATD mit die ungenauesten Schätzwerte, sowohl bei der einparametrigen als auch bei der mehrparametrigen Schätzung liefern. Demgegenüber sind die Gewichtsabweichungen bei Schätzungen anhand der TL und sämtlicher Umfangparameter im Mittel um über 100g genauer. Da diese Parameter intrauterin aber erfahrungsgemäß nur schwer korrekt zu bestimmen sind, ist die klinische Relevanz des Ergebnisses stark beeinträchtigt. Es ergibt sich also die Frage, welche weiteren Parameter und in welcher Kombination über die oben abgeleitete Formel (6) hinaus bei (noch) akzeptablen Ungenauigkeiten und bei gleichzeitig noch vertretbarer klinischer Meßbarkeit zusammengestellt werden können.

Dazu wurde ein SMR derart durchgeführt, daß beim ersten Schritt sämtliche 15 Meßparameter zur Gewichtsschätzung zugelassen waren. Vom Berechnungsprogramm wurden allerdings nur acht Parameter als relevante Schätzer erkannt. Die Parameter sind in dem linken oberen Teilbild der Abb.4 für die Daten K(N), d.h. für die Hypothese, in der Reihenfolge ihrer Wertigkeit bei der Schätzung gegen den SEE-Wert aufgetragen. Dabei zeigt der erste Wert die Schätzung nur durch die TL , der zweite die mittels TL und AC und alle

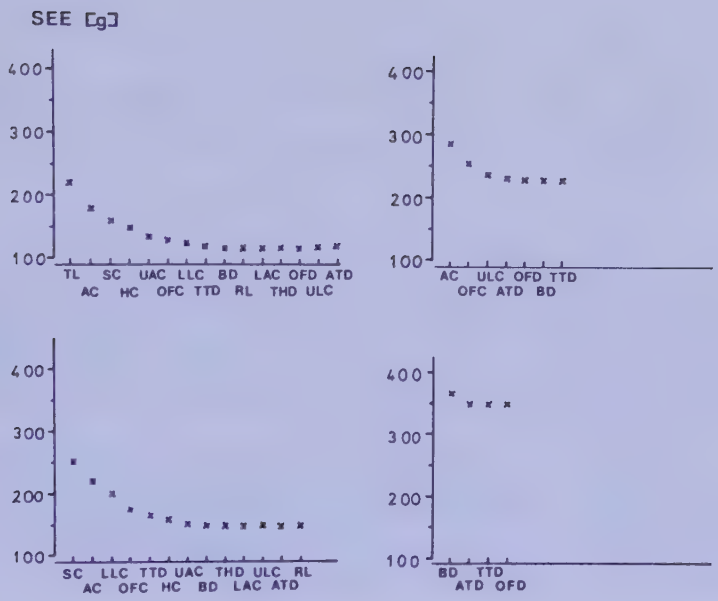

Abb. 4:
Ergebnisse der SMR nach klinischer Meßbarkeit. Aufgetragen wurden auf der Abszisse von links nach rechts die in dem Schätzvorgang berücksichtigten Parameter gegen den berechneten SEE-Wert. Oben links für sämtliche Parameter, unten links ohne TL, oben rechts für die Parameter mit der klinischen Meßbarkeit < 7 und unten rechts für die vier am besten zu messenden Parameter.

weiteren entsprechend der Abszissenbezeichnungen. Für diese aufwendige Schätzung wurde ein SEE von ±125g (±165g) berechnet. Vor dem nächsten Rechenschritt -Teilbild unten links- wurde der jeweils klinisch am schwersten zu messende Parameter -die TL- (OFD nicht dargestellt) weggelassen. Der Graphik kann man ententnehmen, daß nur die 4 Parameter SC, AC, LLC und evtl. OFC als relevante Schätzer erkannt werden und zu der Schätzfunktion

(7) G = 71.3*SC+49.2*AC+128.1*LLC+76.6*OFC-4896

mit einem Schätzfehler von ±152g (±248g) zusammengestellt werden. Die dritte Berechnung -Teilbild oben rechts- mit AC, LLC, OFC mit einem SEE von ±187g (±273g) ergab schon ein bzgl. der Zielsetzung dieser Arbeit vertretbares Ergebnis mit

(8) G = 7.3 * AC + 17.4 * LLC + 10.2 * OFC - 4415

Die in Klammern angeführten SEE-Werte wurden wie gehabt, mit den aus dem Kollektiv K(N) berechneten Funktionen am Kollektiv K(D) zur Überprüfung der Hypothese berechnet und stellen damit die tatsächlich erzielte Schätzgenauigkeit dar. Damit ist gezeigt, daß durch den Parameter LLC -ein Parameter, der ebenfalls das Gesamtvolumen approximiert- zwar eine geringfügige Verbesserung der Schätzung erzielt werden konnte, diese aber im Verhältnis zum Gewinn einen nicht vertretbaren zeitlichen Mehraufwand bei der Datenerhebung mit sich bringt.

Ein klinisch sicherlich interessanter Nebenbefund kann aus dem Teilbild unten rechts abgelesen werden. Unter Weglassung der 11 am schwersten zu messenden Parameter verbleiben die vier Durchmesser-Parameter BD, ATD, TTD und OFD, die fast auf einer Linie bei SEE=350g liegen. Damit ist gezeigt, daß diese Parameter gleichwertig sind und eine Kombination keine Verbesserung der Schätzgenauigkeit bringt.

4. Zusammenfassung

Die Arbeit versucht einen Überblick über publizierte Formeln zur Schätzung des fetalen Gewichts am Termin aus Ultraschall (US)-Meßparametern mit dem Ziel der Abwägung von erreichbarer Schätzgenauigkeit und klinisch vertretbarem Meßaufwand zu geben.

Zur Abschätzung des Meßaufwands wurden die US-Parameter bezüglich ihrer klinischen Meßbarkeit in eine Rangfolge gebracht. Dabei entsprechen hohen Rangzahlen besonderen meßtechnischen Schwierigkeiten. Der Arbeit liegen zwei unabhängige Kollektive mit je 15 Vermessungs-Parametern an insgesamt 151 Neugeborenen zum Zeitpunkt der Geburt zugrunde. An einem Kollektiv mit N=99 Fällen, für die sämtliche Meßparameter vorlagen, wurden Hypothesen in Form von Gewichtsschätzformeln erhoben und an einem zweiten Kollektiv mit N=32 Fällen überprüft.

Die so erzielten Hypothesen und Ergebnisse werden den Ergebnissen gegenübergestellt, die man erhält, wenn man publizierte Schätzformeln anderer Autoren auf die dieser Arbeit zugrundeliegenden Daten anwendet. Als Güte der Schätzung wurde der standart error of estimate (SEE) gewählt.

Definitionsbereichen und speziellen Randbedingungen publizierter Schätzformeln wurde bewußt nicht Rechnung getragen. Um aus der Gesamtheit eine möglichst allgemein gültige Schätzformel zu erarbeiten, wurden sämtliche Formeln behandelt als seien sie für ein Normalkollektiv zur Schätzung des Gewichts am Termin abgeleitet worden.

Die Arbeit wurde im wesentlichen unterteilt in Gewichtsschätzungen auf der Basis nur eines oder mehrerer Meßparameter und ob diese linear oder nicht linear in Ansatz gebracht worden waren. Dabei wurde für fast jede publizierte Formel zusätzlich eine analoge abgeleitet.

Die linearen einparametrigen Gewichtsschätzungen können bezüglich der Schätzgenauigkeit in eine Gruppe I, die Durchmesser mit SEE > 400g, eine Gruppe II mit Umfängen mit 400g ≥ SEE ≥ 350g und die Gesamtlänge mit 300g ≥ SEE ≥ 250 g unterteilt werden.
Als interessanter einzelner Schätzparameter mit der Rangzahl 13 erwies sich der Schulterumfang mit einem Schätzfehler um 250g.
Da diesem Parameter bei der Gewichtsschätzung möglicherweise eine klinische Bedeutung zukommen könnte, wird empfohlen für diesen intrauterin eine reproduzierbare Meßebene zu erarbeiten.
Die klinisch wegen der guten Zugänglichkeit am häufigsten benutzten Parameter BD, ATD, TTD und OFD der Gruppe I liefern auch in Kombination keine wesentliche Verbesserung der Schätzung als jeder einzelne allein.
Die Vielzahl publizierter Formeln auf der Basis des biparietalen Durchmessers konnten zusammengefaßt werden zu

$$G = 75 * BD - 3900$$

Diese allgemeine Funktion wurde an einem Kollektiv von 276 Fällen überprüft und ergab einen Schätzfehler von SEE=422g.

Als die besten Einzelparameter bei noch vertretbarem klinischen Aufwand (Rangzahl 5 bzw. 6) zeigte sich der frontooccipitale und der Bauchumfang.

Aus sämtlichen nichtlinearen Ansätzen konnten keine neuen Erkenntnisse geschweige denn Empfehlungen abgeleitet werden.

Unter der Berücksichtigung der klinischen Meßbarkeit erbrachte die Kombination von OFC und AC zu

$$G = 10.5 * (OFC + AC) - 3500$$

mit einem SEE-Wert von ±200g das beste Ergebnis. Dieses Ergebnis

erscheint recht glaubwürdig, da es sowohl anhand der Formel von SCHILLINGER (17) an den Daten dieser Arbeit, als auch aus den Daten selbst durch Bildung und Bestätigung einer Hypothese an zwei unabhängigen Kollektiven, abgeleitet wurde. Es ist darüberhinaus plausibel, weil diese Parameter in sich den Ansatz zur Volumenschätzung bergen.

Im Rahmen einer multiplen Regression wurde schrittweise jeweils der klinisch am schwersten intrauterin zu messende Parameter weggelassen, bis ein Ergebnis mit möglichst großer Schätzgenauigkeit bei gleichzeitig möglichst geringem Meßaufwand erreicht war. Als zusätzlicher Parameter zum OFC und zum AC wurde der LLC identifiziert, der aber verglichen mit dem zusätzlichen Meßaufwand nur eine geringfügige Verbesserung bezüglich der Schätzgenauigkeit brachte.

Unter der Berücksichtigung des im klinischen Routinebetrieb vertretbaren Zeitaufwandes bei der Datenerhebung kann derzeit eine Genauigkeit der fetalen Gewichtsschätzung am Termin von ±200g erzielt werden. Als obere Schätzgrenze wird ein Wert von ±420g angegeben.

			K(N)					K(D)					
Pract.	Abbr.	Parameter	N	min	max	mean	S.D.	N	min	max	mean	S.D.	
14	RL	rump-length	114	150	260	204.3	20.3	36	160	270	201.7	21.8	
15	TL	total length	115	470	570	525.0	20.4	36	460	550	509.0	22.8	1%
1	BD	biparietal diameter	115	80	110	94.0	6.1	35	77	102	93.8	6.1	
2	OFD	occipitofrontal diam.	113	80	135	111.0	10.2	34	101	124	115.3	5.9	1%
5	OFC	- " - circumfer.	114	310	375	347.9	13.5	35	315	370	347.4	13.1	
3	TTD	transverse thoracic diam.	114	80	140	98.3	14.0	36	84	115	98.6	6.0	
4	ATD	ante-posterior thor. diam.	114	70	135	92.6	11.3	35	87	105	96.0	5.4	5%
13	SC	shoulder circumference	112	300	420	366.7	20.7	36	310	410	365.7	22.5	
11	THD	transverse hip diameter	111	70	170	93.2	15.6	35	76	108	90.5	7.7	
12	HC	hip circumference	112	240	330	288.7	21.1	36	250	340	287.7	18.0	
6	AC	abdominal circumference	113	260	380	320.1	20.3	36	280	370	321.8	19.4	
7	ULC	upper leg circumference	111	98	190	142.0	14.1	36	110	180	147.9	15.1	5%
8	LLC	lower leg circumference	111	90	140	115.3	8.9	36	75	135	112.5	10.0	
9	UAC	upper arm circumference	111	90	145	110.4	10.6	36	97	130	108.8	9.7	
10	LAC	lower arm circumference	111	82	130	99.3	8.7	36	90	120	101.0	7.9	
	BW	birth weight	115	2300	4450	3451.3	390.9	36	2500	4600	3355.3	439.8	

Tab. I:
Gesamtheit der erhobenen Meßparameter mit (spaltenweise von links nach rechts):
Subjektive Rangfolge nach klinischer Meßbarkeit (Praktikabilität),
verwendete Abkürzung (Abbr.), Meßparameter, Anzahl der Fälle,
kleinster bzw. größter Wert (mm), Mittelwert und Standardabweichung
für die Kollektive K(N) und K(D), Ergebnisse des t-Tests.

anamnestic data		birth weight			
		<3000g	3001 - 3800g	>3800g	N
Nationality	Europe	17 (14%)	83 (69%)	21 (17%)	121
	other	1 (4%)	20 (77%)	5 (19%)	26
para	I	13 (17%)	51 (67%)	12 (16%)	76
	II	4 (8%)	36 (73%)	9 (18%)	49
	III a.m.	1 (4%)	20 (77%)	5 (19%)	26
hight/ weight	normal	13 (12%)	79 (75%)	14 (13%)	106
	n.normal	5 (14%)	22 (59%)	10 (27%)	37
smoker	yes	9 (15%)	38 (67%)	11 (18%)	58
	no	9 (10%)	67 (74%)	15 (15%)	91

Tab. II:
Überblick über einige anamnestische Daten bezogen auf drei Gewichtsklassen.

	RL	TL	BD	OFD	OFC	TTD	ATD	SC	THD	HC	AC	ULC	LLC	UAC	LAC	BW
RL		.39	.12	.00	.28	-.07	.12	.37	.00	.13	.31	.25	.22	.36	.22	.37
TL	.64		.24	.14	.46	.03	.21	.62	.04	.30	.42	.36	.51	.43	.43	.81
BD	.44	.44		.22	.17	.22	.22	.11	.22	.11	.27	.25	.21	.21	.31	.34
OFD	.15	.33	.28		.23	.07	.18	.05	-.15	.16	.35	.12	.07	-.02	.12	.19
OFC	.38	.37	.78	.57		-.19	.05	.38	-.11	.25	.33	.15	.14	.28	.20	.55
TTD	.24	.59	.03	.25	.08		.52	-.08	.25	.05	.00	.10	-.03	.07	.07	.08
ATD	.36	.51	.23	.44	.38	.61		.16	.16	.26	.19	.09	.06	.11	.03	.27
SC	.48	.71	.56	.27	.55	.59	.51		-.03	.37	.51	.40	.43	.39	.42	.75
THD	.35	.59	.29	.27	.27	.76	.49	.65		-.16	.04	-.04	-.04	.04	-.03	.05
HC	.56	.56	.37	.20	.43	.43	.44	.79	.60		.41	.30	.32	.11	.19	.53
AC	.23	.55	.41	.20	.32	.54	.48	.69	.70	.58		.44	.35	.39	.44	.65
ULC	.52	.55	.38	.42	.53	.43	.46	.56	.60	.66	.35		.61	.47	.52	.52
LLC	.50	.31	.54	.43	.77	.23	.41	.43	.33	.42	.21	.68		.47	.60	.59
UAC	.38	.49	.34	.11	.21	.28	.32	.45	.42	.51	.58	.32	.15		.63	.58
LAC	.37	.32	.33	.43	.51	.30	.25	.46	.52	.66	.47	.67	.64	.46		.54
BW	.69	.81	.55	.29	.52	.59	.56	.87	.71	.85	.71	.68	.51	.59	.60	

Tab. III:
Korrelationsmatrix der Parameter. Signifikanzniveau für 5% , 1% und 0.1%:
Oberhalb der Diagonalen, Kollektiv K(N), N=99, $|r| > .172; .225; .285$.
Unterhalb der Diagonalen, Kollektiv K(D), N=32, $|r| > .349; .449; .554$.

Ref.	a	b	mean	S.D.	max	min	r	SEE	Param.
(25)	85	-5018	2984	516	4338	1531		677	
(20)	106	-6575	3398	643	5085	1587		611	
(7)	77	-3974	3291	468	4520	1972		498	
(12)	89	-5029	3326	539	4739	1809		538	
(12)	61	-2569	3198	372	4174	2151		479	
(11)	90	-5200	3268	546	4700	1730		557	
(13)	100	-6000	3408	607	5000	1700		581	
(10)	95	-5712	3234	577	4747	1609		589	
(11)	82	-4506	3240	500	4550	1833		534	
(17)	100	-6186	3256	609	4854	1542		606	
(17)	85	-4527	3489	517	4845	2033		518	
(16)	28	457	3103	171	3551	2623		484	
(10)	88	-4868	3410	534	4811	1907		526	
(14)	94	-5879	3008	573	4512	1394	0.39	692	
(pp)	21	1453	3444	132	3616	3086	0.55	392	BD
(10)	19	-2963	2999	373	4124	1886		533	
(17)	18	-2216	3378	350	4434	2334		315	
(10)	20	-2960	3526	406	4750	2315	0.65	349	
(pp)	12	-453	3461	238	4061	2963	0.71	338	AC
(11)	42	-998	2997	429	4738	2189	0.29	653	
(pp)	9	2581	3470	50	3558	3390	0.57	430	ATD
(11)	47	-959	3621	529	5573	2774		646	
(19)	101	-5888	4027	1145	8254	2193	0.14	1306	
(pp)	2	3220	3457	15	3496	3421	0.60	442	TTD
(17)	61	-3978	2844	572	4242	893		866	
(7)	60	-3734	3039	568	4427	1102		743	
(11)	41	-1061	3536	386	4478	2221	0.16	517	
(pp)	7	2676	3485	41	3544	3383	0.29	450	OFD
(10)	28	-6267	3514	378	4301	2469		385	
(17)	27	-5616	3641	358	4385	2652		425	
(7)	26	-5864	3241	352	3973	2268	0.53	404	
(pp)	16	-1945	3441	211	3790	2937	0.52	385	OFC
(11)	19	-514	3351	371	4627	2342		400	
(14)	28	-1948	3757	548	5639	2267	0.47	604	
(pp)	8	1918	3422	160	3943	3118	0.69	352	RL
(pp)	15	-4568	3216	334	3847	2470	0.81	282	TL
"	14	-1645	3426	311	4054	2664	0.86	244	SC
"	1	3329	3447	10	3469	3427	0.71	441	THD
"	10	672	3432	172	3936	3072	0.85	315	HC
"	14	1535	3531	205	3965	3020	0.68	386	ULC
"	25	551	3386	262	3953	2441	0.51	379	LLC
"	20	1199	3413	197	3838	3128	0.59	362	UAC
"	25	984	3505	188	3984	3234	0.60	395	LAC

Tab. IV:
Gegenüberstellung der Ergebnisse linearer, einparametriger Gewichtsschätzungen für die Schätzfunktionen anderer Autoren angewandt auf das Gesamtkollektiv mit N=131 Fällen und die aus dem Kollektiv K(N) ermittelten Schätzfunktionen angewandt auf das Kollektiv K(D) mit N=32 Fällen.

Ref. : siehe Literaturverzeichnis
pp : vorliegende Arbeit
a : Steigung der Angleichsgeraden (Regressionskoeff.)
b : Achsenabschnitt
r : Korrelationskoeffizient
SEE : Standardschätzfehler in Gramm (g)
Param. : Meßparameter(s.Tab. I)

Ref.	Function
(26)	G = 4.87 * BD**3
(9)	G = 0.0384 * (BD + AC) **3
(22)	G = BD * AC * 0.337 - 300
(6)	G = -933.94*BD + 109.01*BD**2 + 2187.44
(14)	G = -1775.8*BD + 145.6 *BD**2 + 6818.
(8)	G = 0.08*AC**3
(3)	G = 7.9*AC**2 - 438.17*AC + 9009.33
(20)	G = 1000*SQRT(0.5*(ATD**2 + TTD**2)) - 7000
(6)	G = 1325.45*TTD - 42.36*TTD**2 - 5526.99
(6)	G = 1356.55*ATD - 43.14*ATD**2 - 5533.86
(23)	G.= (92*AC - 0.019*AC**3 - 1836.7) * 0.001
(23)	G. = (144*BD + 32*AC - 0.111*(BD**2*AC) -1599) * 0.001
(5)	G = -123*BD + 543*TTD + 46*BD**2 - 14*TTD**2 - 2850
(6)	G = -1057.75*BD + 649.15*TTD + 93.07*BD**2 - 20.56*TTD**2 + 515.26
(6)	G = -1334.5*BD + 798.43*ATD + 103.46*BD**2 - 25.48*ATD**2 + 1354.7
(15)	G = 7.125*(ATD + TTD)**2 + 81.45*(ATD+TTD) - 1031.
(1)	G = 0.343*BD**2*OFD + 2.709*(AC/3.1416)**3 + 156.75
(4)	G = BD**1.86 * TTD**1.34 * 2.25
(18)	G. = (166*BD + 46*AC - 2.646*BD*AC - 1749) * 0.001
(2)	G..= 0.282*AC - 0.00331*AC**2 - 4.564
(14)	G = -4*RL**2 + 419.8*RL - 3159.
(4)	G = 0.739*BD**3.7102
(4)	G = 14.444*TTD**2.3496

Tab. V:
Funktionen aus nichtlinearen ein- bzw. mehrparametrigen Gewichtsschätzungen anderer Autoren. Die verwendeten Parameterabkürzungen können der Tab. I. entnommen werden. Parameter (cm); G.(g) = Logarithmus zur Basis 10 der Funktion mal 1000; G..(g)=Exponentialfunktion von G mal 1000; ** =Exponent

Ref.	mean	S.D.	max	min	r	SEE
(26)	4106	788	6482	2223	0.39	1006
(9)	2744	452	4300	1718	0.69	760
(22)	2512	291	3428	1866	0.65	962
(6)	3090	677	5104	1459	0.39	721
(14)	3052	586	4902	1777	0.39	675
(8)	2697	503	4478	1434	0.66	826
(3)	3107	141	3767	2934	0.64	451
(20)	2624	948	6252	1000	0.24	1240
(6)	3348	497	4727	2366	0.14	596
(6)	3363	503	4918	2214	0.28	549
(23)	3031	450	4137	1665	0.65	533
(23)	2942	499	4561	1884	0.64	623
(5)	4045	580	5863	2558	0.37	850
(6)	3200	536	4970	1887	0.37	582
(6)	3223	527	5006	2243	0.43	544
(15)	3190	691	6131	2096	0.24	746
(1)	3386	565	5365	2002	0.67	423
(4)	3110	671	5551	1733	0.33	735
(18)	3108	532	4898	1990	0.63	524
(2)	2901	396	3945	1700	0.65	618
(14)	3700	505	5260	2238	0.47	550
(4)	3088	732	5404	1439	0.39	760
(4)	3159	936	7123	1913	0.14	997

Tab. VI:
Gegenüberstellung der Ergebnisse aus nichtlinearen, ein- bzw. mehrparametrigen Gewichtsschätzungen für das Gesamtkollektiv mit N = 131 Fällen. Jede Zeile dieser Tabelle wurde anhand der entsprechenden Zeile der Tab. V berechnet.

Ref.	RL	TL	BD	OFD	OFC	TTD	ATD	SC	HC	AC	ULC	LLC	UAC	K
(17)			40.71	40.71										-5276
(PP)			8.99	8.99										1607
(pp)			19.48	4.35										1134
(11)						31.44	31.44							-2734
(15)						34.66	34.66							-3496
(PP)						3.58	3.58							2764
(pp)						-2.64	10.8							2700
(17)					10.97					11.87				-4092
(24)					9.46					3.42				-2135
(17)					11.53					11.53				-4175
(PP)					10.12					10.12				-3295
(pp)					10.52					9.92				-3366
(21)			34.5				40.94							-3931
(11)			35.38				35.38							-3625
(PP)			10.12				10.12							1552
(pp)			18.2				7.09							1075
(10)			7.34							17.5				-3270
(10)			35.57							15.71				-4864
(pp)			10.72							11.37				-1190
(10)			33.28		20.42									-6753
(pp)			15.6		14.29									-2977
(19)			104.2			-4.96								-5721
(15)			37.8			20.8	20.8							-4450
(15)	2.2		34.9			19.2	19.2							-4260
(pp)		6.47			4.63	2.96		4.11	3.02	3.3		5.44	5.01	-6451
"			5.55		6.97	3.54		6.71	2.97	3.03		8.93	5.62	-5774
"					9.22	3.64			3.78	5.16		12.6	7.28	-5100
"					10.29	4.31				6.44		14.99	5.8	-4965
"					11.16	4.89				7.04		17.61		-5173
"					10.53		5.33			6.98	7.43			-3981
"			8.04	-5.23	10.72		5.21			9.59				-3995
"			12.83		14.21		6.84							-3328
"					10.2					7.3		17.39		-4415

Tab. VII:
Funktionen aus linearen, mehrparametrigen Gewichtsschätzungen,
z. B. oberste Zeile für Ref.(17)

$$G = 40.71 * BD + 40.71 * OFD - 5276$$

Die verwendeten Abkürzungen und Maßeinheiten können der Tab. I entnommen werden.

N	Ref.	mean	S.D.	max	min	r	SEE	Param.
131	(17)	3115	499	4697	2051	0.32	616	
32	(PP)	3495	87	3634	3310		420	
32	(pp)	3467	131	3642	3122	0.53	405	BD,OFD
131	(11)	3308	588	5598	2296		639	
131	(15)	3165	648	5689	2050	0.24	720	
32	(PP)	3463	37	3533	3386		423	
32	(pp)	3471	49	3580	3389	0.65	443	TTD,ATD
131	(17)	3510	318	4359	2724		284	
131	(24)	2243	163	2632	1893		1222	
131	(17)	3513	317	4357	2743	0.74	285	
32	(PP)	3475	275	4201	2987		311	
32	(pp)	3471	275	4196	2988	0.77	320	OFC,AC
131	(21)	3164	501	4873	2244		566	
131	(11)	3030	454	4512	2213	0.41	612	
32	(PP)	3474	92	3610	3287		392	
32	(pp)	3462	128	3636	3157	0.71	405	BD,ATD
131	(10)	3015	366	4129	1977		515	
131	(10)	3505	432	4751	2538	0.67	348	
32	(pp)	3465	256	4101	2959	0.76	315	BD,AC
131	(10)	3466	389	4297	2344	0.58	364	
32	(pp)	3455	277	3887	2798	0.57	375	BD,OFC
131	(19)	3595	624	5220	1786	0.39	621	BD,TTD
131	(15)	3104	495	4653	2006	0.37	597	BD,TTD,ATD
131	(15)	3160	465	4650	2162	0.41	539	RL,BD,TTD,ATD
32	(pp)	3324	409	4243	2477	0.95	165	TL,OFC,TTD,SC,HC,AC,LLC,UAC
32	"	3412	424	4405	2454	0.89	248	BD,OFC,TTD,SC,HC,AC,LLC,UAC
32	"	3417	375	4367	2687	0.84	273	OFC,TTD,HC,AC,LLC,UAC
32	"	3422	372	4390	2771	0.78	309	OFC,TTD,AC,LLC,UAC
32	"	3427	389	4373	2540	0.74	339	OFC,TTD,AC,LLC
32	"	3523	321	4339	2814	0.82	346	OFC,ATD,AC,ULC
32	"	3455	311	4215	2910	0.78	320	BD,OFD,OFC,ATD,AC
32	"	3470	276	3924	2861	0.60	387	BD,OFC,ATD
32	"	3428	367	4320	2584	0.72	315	OFC,AC,LLC

Tab. VIII:
Gegenüberstellung der Ergebnisse linearer, mehrparametriger Gewichtsschätzungen für die Schätzfunktionen anderer Autoren angewandt auf das Gesamtkollektiv mit N = 131 Fällen und die aus dem Kollektiv K(N) ermittelten Schätzfunktionen angewandt auf das Kollektiv K(D) mit N = 32 Fällen. Jede Zeile dieser Tab. wurde anhand der entsprechenden Zeile der Tab. VII berechnet. Abkürzungen s. Tab. I.

Literaturverzeichnis

(1) BIRNHOLZ, J.C.
Ultrasound characterization of fetal growth.
Ultrasonic Imag. 2 (1980) 135

(2) CAMPBELL, S., WILKIN, D.
Ultrasonic measurement of fetal abdomen circumference in the estimation of fetal weight.
Brit. J. Obstet. Gynaec. 82 (1975) 689

(3) CAMPOGRANDE, M., TODROS, T., BRIZZOLARA, M.
Prediction of birth weight by ultrasound measurements of the fetus.
Brit. J. Obstet. Gynaec. 84 (1977) 175

(4) EIK-NES, S.
Habilitationsschrift (1980)

(5) HANSMANN, M., VOIGT, U.
Ultraschallbiometrie des Feten unter besonderer Berücksichtigung der Gewichtsschätzung bei intrauteriner Malnutrition.
In: J.W. DUDENHAUSEN, E. SALING (eds.): Perinatale Medizin, Bd. IV. Thieme, Stuttgart (1972) 330

(6) HANSMANN, M.
Habilitationsschrift (1975)

(7) HELLMAN, L.M., KOBAYASHI, M., FILLISTI, L., LAVENHAR, M.
Sources of error in sonographic fetal mensuration and estimation of growth.
Am. J. Obstet. Gynec. 99 (1967) 662

(8) HIGGINBOTTOM, J., SLATER, J., PORTER, G., WHITFIELD, C.R.
Estimation of fetal weight from ultrasonic measurement of trunk circumference.
Brit. J. Obstet. Gynec. 82 (1975) 698

(9) HIGGINBOTTOM, J.
Estimation of fetal weight.
In: WHITE D., BROWN R. (eds.), Ultrasound in Medicine 3A. Plenum Press, New York (1977) 763

(10) HOLLÄNDER, H.J.
Die Ultraschalldiagnostik in der Schwangerschaft.
Urban und Schwarzenberg, München-Berlin-Wien (1972)

(11) ISSEL, E.P., PRENZLAU, P.
Eine neue Methode zur Berechnung des fetalen Gewichtes mittels Ultraschall-B-Bild-Technik.
Zbl. Gynäkol. 96 (1974) 417

(12) KOHORN, E.I.
An evaluation of ultrasonic fetal cephalometry.
Am. J. Obstet. Gynec. 97 (1967) 553

(13) LEVI, S.
Ultrasonodiagnostic en obstetrique - Interet clinique de la mesure du diametre biparietal du foetus.
Gyn. Obst. (Paris) 69 (1970) 227

(14) MILLER, E.C.
Zum Problem der Gewichtsbestimmung des Feten durch Ultraschallbiometrie.
Zbl. Gynäkol. 102 (1980) 272

(15) MILLER, E.C.
Gewichtsprognose mittels Ultraschallfetometrie
Zbl. Gynäkol. 103 (1981) 1089

(16) MORRISON, J., MCLENNAN, M.J.
The theory, feasibility and accuracy of an ultrasound method of estimating fetal weight.
Brit. J. Obstet. Gynaec. 83 (1976) 833

(17) SCHILLINGER, H., MÜLLER, R., KRETZSCHMAR, M., WODE, J.
Gewichtsbestimmung des Feten durch Ultraschall.
Geburtsh. Frauenheilk. 35 (1975) 858

(18) SHEPARD, M.J., RICHARDS, V.A., BERKOWITZ, R.L., WARSOF, S.L., HOBBINS, J.C.
An evaluation of two equations for predicting fetal weight by ultrasound.
Am. J. Obstet. Gynec. 142 (1982) 47

(19) STÖGER, H., KRATOCHWIL, A.
Fotometrie in der zweiten Schwangerschaftshälfte.
Wiener Klin. Wschr. 86 (1974) 494

(20) THOMPSON, H.E., HOLMES, J.H., GOTTESFELD, K.R., TAYLOR, E.S.
Fetal development as determined by ultrasonic pulse echo techniques.
Am. J. Obstet. Gynec. 92 (1965) 44

(21) THOMPSON, H.E., MAKOWSKI, E.L.
Estimation of birth weight and gestational age.
Obstet. Gynec. 37 (1971) 44

(22) THURNAU, G.R., TAMURA, R.F., SABBAGHA, R., DEPP III,O.R., DYER, A., LARKIN, R.,LEE, T.
A simple estimated fetal weight (EFW) formula for low birth weight infants, based on real-time ultrasound measurements.
29th Annual Meeting SGI (1982) 166

(23) WARSOF, S.L., GOHARI, P., BERKOWITZ, R.L., HOBBINS, J.C.
The estimation of fetal weight by computer-assisted analysis.
Am. J. Obstet. Gynec. 128 (1977) 881

(24) WEINER, C.P., SABBAGHA, R.E., VAISRUB, N.
Sonographic weigth prediction of the low birth weight infant.
30th Annual Meeting SGI (1983) 67

(25) WILLOCKS, J., DONALD, J., DUGGAN, T.C., DAY, N.
Fetal cephalometry by ultrasound.
J. Obstet. Gynaec. Brit. Cwlth. 71 (1964) 11

(26) YLÖSTALO, P., JÄRVINEN, P.A.
Estimation of fetal weight from the ultrasonic measurement of the biparietal diameter and the body dimensions in normal pregnancies and pre-eclampsia.
Ann. Chirurg. Gynaec. Fenn. 63 (1974) 24

Lebenslauf

Anschrift:	Christina Burzik Gaußstr.7 4040 Neuss
Pers. Daten:	geb. 06.05.57 in Ahlen/Westf. röm.-kath.,ledig
Eltern:	Gerhard Burzik,Bewährungshelfer Maria Burzik,Arzthelferin drei Geschwister
Schule:	1964-1967 Besuch der " Katholischen Grundschule an der Bernburger Straße " in Düsseldorf-Eller 1967-1976 Besuch des " Städtischen Mädchengymnasiums Nelly Sachs " in Neuss 1976 Abitur
Studium:	Sommersemester 1977 Beginn des Medizinstudiums an der Universität Düsseldorf 1979 Physikum 1980 erster Teil des Staatsexamens 1982 zweiter Teil des Staatsexamens Praktisches Jahr an der Universitätsklinik Düsseldorf,Wahlfach Gynäkologie am " King Edward VIII Hospital " in Durban,Südafrika November 1983 dritter Teil des Staatsexamens
Beruf:	seit 01.01.84 tätig im Marienhospital, Lünen im Fachbereich Anästhesie.

Lebenslauf

Ursula Soffke, geb. Schempershofe, geb. am 24.12.1947 in Jülich

Eltern	Herrmann Schempershofe, Ingenieur, und Sybilla Schempershofe, geb. Horrig
1954 - 1958	Besuch der kath. Volksschule Rheydt
1958 - 1965	Wegen beruflich bedingten Wohnortwechseln meiner Eltern besuchte ich fünf verschiedene Gymnasien
1965 - 1966	Nach der mittl. Reife übergang zur Frauenfachschule A in Lüdenscheid
1966 - 1968	Besuch der Fachschule für Kindergärtnerinnen und Hortnerinnen in Olpe mit abschließendem Examen und Anerkennung
1968 - 1973	Als Kindergärtnerin im Kinderheim und Kindergarten gearbeitet
1973 - 1976	Studium an der Fachhochschule Niederrhein, Mönchengladbach, Fachbereich Sozialpädagogik mit abschließendem Staatsexamen und der Anerkennung als Sozialpädagogin (grad.)
1976 - 1977	Dozentin an der kath. Fachschule für Sozialpädagogik in Hildesheim
April 1977	Aufnahme des Studiums der Humanmedizin an der Universität Düsseldorf
März 1979	Ablegung der ärztlichen Vorprüfung
März 1980	Ablegung des 1. Staatsexamens
24.3.1981	Heirat mit Herrn Rainer Soffke
15.7.1981	Geburt unserer Tochter Julia
März 1982	Ablegung des 2. Staatsexamens
1982 - 1983	Internatsjahr (III. klinischer Studienabschnitt) in den Städtischen Krankenanstalten Krefeld
22.4.1983	Ablegung des 3. Staatsexamens
Mai 1983	Erteilung der Approbation